

Procédé et installation d'enrichissement d'un flux gazeux en l'un de ses constituants

La présente invention est relative à un procédé et à une installation
5 d'enrichissement d'un flux gazeux en l'un de ses constituants. En particulier,
elle concerne un procédé d'enrichissement d'air en oxygène.

L'enrichissement en oxygène de l'air est devenu nécessaire dans
l'industrie sidérurgique.

10 La réduction ou la suppression de coke chaud dans le Haut Fourneau,
au profit généralement de l'injection de charbon pulvérulent (PCI) implique cette
nécessaire évolution.

15 Le moyen connu de EP-A-0531182 pour réaliser économiquement cet
enrichissement consiste en la distillation cryogénique d'une partie du flux d'air
du Haut Fourneau. Il est ainsi obtenu un flux riche en azote et un flux riche en
oxygène, ce dernier étant ensuite re-mélangé dans le flux d'air en aval de l'unité
de séparation d'air.

La pression du flux d'oxygène étant proche de celle du flux d'air
alimentant l'appareil de séparation d'air (ASU), un procédé à colonne de
mélange s'avèrera particulièrement adapté et économique.

20 La Figure 1 montre un appareil de séparation décrit dans EP-A-0531182
destiné à enrichir l'air en oxygène. Il est alimenté à partir du réseau d'air
constituant la charge d'un Haut Fourneau, à une pression P. L'appareil de
distillation d'air est destiné à produire de l'oxygène basse pureté, par exemple
ayant une pureté de 80 à 97 % et de préférence de 85 à 95 % sous une
25 pression déterminée légèrement supérieure à la pression P., par exemple
avantageusement sous une pression supérieure de 1×10^4 Pa abs à 1×10^5
Pa à la pression P.

30 L'appareil comprend essentiellement une ligne d'échange thermique 1A,
une double colonne de distillation 2A comprenant elle-même une colonne
moyenne pression 3A, une colonne basse pression 4A et un condenseur-
vaporiseur principal 5A, et une colonne de mélange 6A. Les colonnes 3A et 4A
fonctionnent typiquement sous environ $5,45 \times 10^5$ Pa et environ $1,5 \times 10^5$ Pa
respectivement.

5 Comme expliqué en détail dans le document US-A-4022030, une colonne de mélange est une colonne qui a la même structure qu'une colonne de distillation mais qui est utilisée pour mélanger de façon proche de la réversibilité un gaz relativement volatil, introduit à sa base, et un liquide moins volatil, introduit à son sommet.

Un tel mélange produit de l'énergie frigorifique et permet donc de réduire la consommation d'énergie liée à la distillation. Dans le cas présent, ce mélange est mis à profit, en outre, pour produire directement de l'oxygène impur sous la pression P , comme cela sera décrit ci-dessous.

10 Dans le cas de la Figure 1, un débit d'air est comprimé à la pression de la colonne de mélange par un compresseur 14A, refroidi dans la ligne d'échange 1A, sous-refroidi dans le sous-refroidisseur 21A et envoyé en cuve de la colonne de mélange 6A.

15 Du « liquide riche » (air enrichi en oxygène), prélevé en cuve de la colonne 3A est, après détente dans une vanne de détente 10A, introduit dans la colonne 4A. Du « liquide pauvre » (azote impur) prélevé en un point intermédiaire 11A de la colonne 3A est, après détente dans une vanne de détente 12A, introduit au sommet de la colonne 4A, constituant le gaz résiduaire de l'installation, et l'azote gazeux pur sous la moyenne pression éventuellement produit en tête de la colonne 3A, sont réchauffés dans la ligne 20 d'échange 1A et évacués de l'installation. Ces gaz sont indiqués respectivement par NI et NG sur la figure 1.

25 De l'oxygène liquide, plus ou moins pur suivant le réglage de la double colonne 2A, est soutiré en cuve de la colonne 4A, porté par une pompe 13A à une pression P_1 , légèrement supérieure à la pression P précitée pour tenir compte des pertes de charge ($P_1 - P$ inférieur à 2×10^5 Pa), et introduit au sommet de la colonne 6.

30 De la colonne de mélange 6A sont soutirés trois courants de fluide : à sa base, du liquide voisin du liquide riche et réuni à ce dernier via une conduite 15A munie d'une vanne de détente 15A' ; en un point intermédiaire, un mélange essentiellement constitué d'oxygène et d'azote, qui est renvoyé en un point intermédiaire de la colonne basse pression 4A via une conduite 16A munie d'une vanne de détente 17A ; et à son sommet de l'oxygène impur qui, après réchauffement dans la ligne d'échange thermique, est évacué, sensiblement à

la pression P, de l'installation via une conduite 18A en tant que gaz de production OI.

On a également représenté sur la figure des échangeurs de chaleur auxiliaires 19A, 20A, 21A assurant la récupération du froid disponible dans les fluides en circulation dans l'installation.

La Figure 2 montre schématiquement un appareil intégré d'enrichissement d'un débit d'air destiné à un haut fourneau selon l'art antérieur.

Un débit d'air est comprimé dans une soufflante S pour former un flux comprimé 1. Ce flux est divisé en deux fractions 2 et 3. La première fraction 2 est refroidi au moyen d'un refroidisseur R, par exemple un refroidisseur à l'eau, comprimé dans un surpresseur C et envoyé à une unité de séparation d'air (ASU). L'appareil de séparation d'air fonctionne par exemple par distillation cryogénique et comprend une unité d'épuration et une ligne d'échange et amont des colonnes de séparation. Il produit un débit d'oxygène contenant entre 80 et 95 % mol. d'oxygène 10 et un débit d'azote 11 qui peut être un débit résiduaire. Au moins une partie du débit enrichi en oxygène 10 est mélangé avec la deuxième fraction d'air 3. Le débit mélangé enrichi en oxygène 15 est chauffé dans un Cowpers W et envoyé à un haut fourneau HF.

De façon à vaincre les pertes de charges dans le circuit comprenant l'unité de séparation d'air (entre la prise d'air sur le vent de haut fourneau vers l'unité de séparation et la ré-injection du flux d'oxygène) un compresseur C sera installé. Il permet de relever la pression de la totalité du flux d'air destiné à l'appareil de séparation d'air d'après la Figure 2) ou (en variante de la Figure 1) du flux d'air destiné à alimenter la colonne de mélange (soit environ 30% du flux d'air traité par l'unité de séparation)

Un but de l'invention est d'intégrer une unité de séparation d'air dans ce procédé sidérurgique de façon plus économique et plus fiable, sans aucune utilisation de compresseurs de flux gazeux dans l'unité de séparation d'air autres que ceux liés à l'arbre de la turbine de détente assurant le maintien en froid de l'unité de séparation.

Selon un objet de l'invention, il est prévu un procédé d'enrichissement d'un flux gazeux pressurisé en l'un de ses constituants A comprenant les étapes de

- i) diviser le flux en au moins une première et une deuxième fractions ;
- ii) envoyer au moins une partie de la première fraction dans une unité de séparation ;
- iii) fournir à partir de l'unité de séparation au moins un premier et un deuxième débits dont le premier débit a une teneur en constituant A supérieure à celle de la première fraction ;
- iv) mélanger au moins une partie du premier débit avec au moins une partie de la deuxième fraction pour former un mélange gazeux pressurisé caractérisé en ce que l'on détend la deuxième fraction avant d'y mélanger au moins une partie du premier débit.

Selon d'autres aspects facultatifs :

- le flux gazeux pressurisé et la première fraction ont sensiblement la même pression et en particulier seules les pertes de charges sont la cause de variation de pression entre ces deux fluides ;

- le premier débit et la deuxième fraction détendu ont sensiblement la pression et en particulier seules les pertes de charges sont la cause de la variation de pression entre ces deux fluides ;

- l'unité de séparation est autonome en besoin d'énergie de compression des débits gazeux produits par l'unité ou destiné à l'unité ;

- le flux gazeux pressurisé est de l'air et éventuellement le constituant A est de l'oxygène ;

- le flux gazeux pressurisé est de l'air destiné à un haut fourneau ;

- l'unité de séparation est une unité de séparation fonctionnant par distillation cryogénique ;

25 - l'unité de séparation comprend une colonne moyenne pression, une colonne basse pression reliée thermiquement avec la colonne moyenne pression et une colonne de mélange ;

- on ne comprime aucune partie de la première fraction destinée à une colonne de distillation ou on ne comprime aucune partie de la première fraction destinée à la colonne de mélange ou à la colonne moyenne pression suite à la division du flux :

Selon un mode de fonctionnement particulier i) selon une première marche on comprime au moins une partie de la première fraction et on ne

détend pas la deuxième fraction avant d'y mélanger au moins une partie du premier débit et

5 ii) selon une deuxième marche, (par exemple quand le compresseur C ne marche pas) on ne comprime pas au moins une partie de la première fraction (on ne comprime pas la première fraction) et on détend la deuxième fraction avant d'y mélanger au moins une partie du premier débit.

Selon un autre objet de l'invention, il est prévu une installation d'enrichissement d'un flux gazeux pressurisé en l'un de ses constituants A comprenant

10 i) des moyens pour diviser le flux gazeux pressurisé en au moins une première et une deuxième fractions

ii) une unité de séparation

iii) des moyens pour envoyer au moins une partie de la première fraction à l'unité de séparation

15 iv) des moyens pour mélanger au moins une partie d'un premier débit produit par l'unité de séparation et enrichi en A par rapport à la première fraction avec la deuxième fraction pour former un débit enrichi en A par rapport au flux gazeux pressurisé

20 caractérisée en ce qu'elle comprend un moyen pour détendre la deuxième fraction en amont des moyens pour y mélanger au moins une partie du premier débit et en aval des moyens pour diviser le flux gazeux.

Selon d'autres aspects facultatifs :

25 - l'unité de séparation est une unité de séparation d'air comprenant une colonne moyenne pression, une colonne basse pression thermiquement reliée avec la colonne moyenne pression et une colonne de mélange ;

- l'installation ne comprend aucun moyen de compression d'air destiné à la colonne moyenne pression ou à la colonne de mélange ;

30 - l'installation comprend des moyens de compression de la deuxième fraction et des moyens pour envoyer la deuxième fraction pour être mélangé avec l'au moins une partie du premier débit sans passer par le moyen de détente.

Le procédé de séparation utilisera avantageusement une colonne de mélange opérant à une pression supérieure ou égale à la colonne moyenne pression, sans nécessiter de moyen supplémentaire de compression d'air.

On propose ainsi intégrer un appareil à colonne de mélange sur un vent de haut fourneau sans compresseur d'air additionnel, augmentant donc la fiabilité de fourniture de molécules d'oxygène et donc d'air enrichi au haut fourneau, tout en minimisant l'investissement nécessaire à cette réalisation.

5 Selon un autre objet de l'invention, il est prévu un procédé de séparation d'air utilisant un appareil comprenant au moins une colonne moyenne pression, une colonne basse pression thermiquement reliée avec la colonne basse moyenne pression et une colonne de mélange opérant à une pression au-dessus de la pression de la colonne moyenne pression dans lequel

10 i) on envoie de l'air comprimé et épuré à la colonne moyenne pression
ii) on envoie des débits enrichis en azote et en oxygène de la colonne moyenne pression à la colonne basse pression
iii) on envoie un liquide enrichi en oxygène de la colonne basse pression à la tête de la colonne de mélange

15 iv) on soutire un gaz enrichi en oxygène de la tête de la colonne de mélange

caractérisé en ce que l'on soutire un débit liquide enrichi en azote de la colonne moyenne pression, on le pressurise, on le vaporise au moins partiellement et on alimente la cuve de la colonne de mélange avec au moins 20 une partie du liquide vaporisé.

De préférence, le liquide enrichi en azote est vaporisé par échange de chaleur avec une partie de l'air d'alimentation. L'air ainsi liquéfié peut être envoyé à au moins une des colonnes moyenne et basse pression.

25 Le liquide enrichi en azote est pressurisé par une pompe et/ou par pression hydrostatique.

Selon un autre objet de l'invention, il est prévu une installation de séparation d'air comprenant

- a) une colonne moyenne pression,
- b) une colonne basse pression thermiquement reliée avec la colonne 30 basse moyenne pression
- c) une colonne de mélange opérant à une pression au-dessus de la pression de la colonne moyenne pression
- d) des moyens pour envoyer de l'air comprimé et épuré à la colonne moyenne pression

e) des moyens pour envoyer des débits enrichis en azote et en oxygène de la colonne moyenne pression à la colonne basse pression

f) des moyens pour envoyer un liquide enrichi en oxygène de la colonne basse pression à la tête de la colonne de mélange

5 g) des moyens pour soutirer un gaz enrichi en oxygène de la tête de la colonne de mélange

caractérisée en ce qu'elle comprend des moyens pour soutirer un débit liquide enrichi en azote de la colonne moyenne pression, des moyens pour pressuriser le liquide, des moyens pour vaporiser le liquide au moins 10 partiellement et des moyens pour alimenter la cuve de la colonne de mélange avec au moins une partie du liquide vaporisé.

15 L'invention sera décrite en plus de détail en se référant aux Figures 3, 4 et 5 : les Figures 3 et 5 montrent un appareil d'enrichissement d'un flux gazeux selon l'invention et la Figure 4 montre un appareil de séparation particulièrement adaptée à réaliser l'invention.

La Figure 3 montre schématiquement un appareil intégré d'enrichissement d'un débit d'air destiné à un haut fourneau selon l'art antérieur.

20 Un débit d'air est comprimé dans une soufflante S pour former un flux comprimé 1. Ce flux est divisé en deux fractions 2 et 3. La première fraction 2 est refroidi au moyen d'un refroidisseur R, par exemple un refroidisseur à l'eau, et envoyé à une unité de séparation d'air (ASU) sans être comprimé entre le refroidisseur et l'entrée de l'unité de séparation d'air. L'unité de séparation d'air fonctionne par exemple par distillation cryogénique et comprend une unité 25 d'épuration et une ligne d'échange en amont des colonnes de séparation. Il produit un débit d'oxygène contenant entre 80 et 95 % mol. d'oxygène 10 et un débit d'azote 11 qui peut être un débit résiduaire. La deuxième fraction d'air 3 est détendue par un moyen de détente V, qui peut être une vanne, un orifice, un tuyau à diamètre réduit ou une turbine, par exemple. Au moins une partie du débit enrichi en oxygène 10 est mélangée avec la deuxième fraction d'air 30 détendu 3 en aval du moyen de détente V. Le débit mélangé enrichi en oxygène 15 est chauffé dans un Cowpers W et envoyé à un haut fourneau HF.

Cette solution permet de supprimer le surpresseur d'air en remontant la pression en amont de l'unité de séparation d'air. La consommation d'énergie de l'ensemble sera donc supérieure.

La Figure 4 reprend des éléments de la Figure 1 ayant les mêmes chiffres de référence qui ne seront pas décrits dans le détail.

L'air épuré 7A à la moyenne pression de 5,45 bars a en provenance du compresseur d'air principal du vent du haut founeau ou d'une turbine de détente est séparé en au moins deux faisceaux distincts avant d'entrer dans la colonne moyenne pression 2A.

Le premier faisceau 100 alimente directement la cuve de colonne moyenne pression 2A sous forme gazeuse.

Le deuxième faisceau 200 est au moins en partie condensé dans un échangeur de chaleur 101A. La partie liquéfiée est introduite dans une des colonnes à distiller (soit la colonne moyenne pression 2A soit la colonne basse pression 4A). Dans la Figure 4, le débit 202 est envoyé en cuve de la colonne moyenne pression alors que le débit 204 est envoyé à la colonne basse pression après sous-refroidissement dans l'échangeur 19A.

Un débit liquide 300 enrichi en azote par rapport à l'air est soutiré de la colonne moyenne pression 3A, comprimé au moyen d'une pompe 400 ou par simple hauteur hydrostatique, vaporisé dans l'échangeur de chaleur 101A contre la condensation d'air à moyenne pression pour former un débit d'azote gazeux 500 puis alimente la cuve de colonne de mélange 6A. Ainsi, profitant de la différence de composition entre l'air et le débit enrichi en azote, l'alimentation de la colonne de mélange 6A se fait à une pression supérieure à celle de l'air 100 alimentant la colonne moyenne pression 3A, et ce sans compresseur additionnel.

On peut également envisager de réchauffer l'azote gazeux 500 dans la ligne d'échange principale avant de l'introduire dans la colonne de mélange.

Pour produire un débit d'azote gazeux 500 à 5,9 bars a, l'échangeur de chaleur 101A a un ΔT de 0,6°C.

Le débit 15A provenant de la cuve de la colonne de mélange 6A, étant plus riche en azote que celui de la Figure 1 est envoyé juste en-dessous de la tête de la colonne basse pression 4A.

Le sous-refroidisseur 21A est supprimé et il n'y a plus de soutirage d'azote gazeux moyenne pression NG.

Eventuellement un troisième faisceau d'air est envoyé à un surpresseur 8A, refroidi dans la ligne d'échange 1A et détendu dans la turbine d'insufflation 9A mais d'autres moyens de production de frigories sont à envisager, y compris la détente de l'air destiné à la colonne moyenne pression.

Si ce surpresseur est présent, l'avantage de l'invention est de ne pas avoir d'étape de compression d'air pour l'air destiné à la colonne de mélange ou à la colonne moyenne pression.

10 Pour le cas de la Figure 4 le rendement d'extraction est diminué et l'énergie de séparation de l'ensemble reste supérieure au cas de base.

Néanmoins, l'intégration de l'unité de séparation d'air de la Figure 4 dans le schéma divulgué dans la variante de la Figure 3 permet de réduire sensiblement la chute de pression au niveau de la vanne.

15 La Figure 5 montre schématiquement un appareil intégré d'enrichissement d'un débit d'air destiné à un haut fourneau selon l'art antérieur.

Un débit d'air est comprimé dans une soufflante S pour former un flux comprimé 1. Ce flux est divisé en deux fractions 2 et 3. La première fraction 2 est refroidi au moyen d'un refroidisseur R, par exemple un refroidisseur à l'eau, comprimé dans un surpresseur C et envoyé à une unité de séparation d'air (ASU). L'unité de séparation d'air fonctionne par exemple par distillation cryogénique et comprend une unité d'épuration et une ligne d'échange en amont des colonnes de séparation. Il produit un débit d'oxygène contenant entre 80 et 95 % mol. d'oxygène 10 et un débit d'azote 11 qui peut être un débit résiduaire. La deuxième fraction d'air 3 est détendue par un moyen de détente V, qui peut être une vanne, un orifice, un tuyau à diamètre réduit ou une turbine, par exemple. Au moins une partie du débit enrichi en oxygène 10 est mélangée avec la deuxième fraction d'air détendu 3 en aval du moyen de détente V. Le débit mélangé enrichi en oxygène 15 est chauffé dans un Cowpers W et envoyé à un haut fourneau HF. Le surpresseur C et la vanne C ont des moyens de court-circuitage. Selon une première marche de l'appareil, on comprime la première fraction 2 et on ne détend pas la deuxième fraction. Selon une deuxième marche, on ne comprime pas au moins une partie de la

première fraction et on détend la deuxième fraction avant d'y mélanger au moins une partie du premier débit.

Evaluation des variantes :**ART ANTERIEUR**

5

	SOUFFLANTE	AIR envoyé à ASU	O2 à HF	95% rend. O2	Air enrichi à HF
DEBIT	Nm3/h	400000	146700	30748	284048
Composition	N2	0.7811	0.7811	0.03	0.700
	O2	0.2096	0.2096	0.95	0.290
	Ar	0.0093	0.0093	0.02	0.010
		1	1	1	1
PRESSION	bar a	5.85	5.55	5.50	5.50
ENERGIE	kW	30686	1201		31887

VARIANTE 1 avec vanne de détente (Figure 3)

		SOUFFLANTE		AIR envoyé à ASU		O2 à HF		Air enrichi à HF	
DEBIT	Nm3/h	400000	0	146700	0	30748	95%	284048	
Composition									
N2		0.7811		0.7811		0.03		0	
O2		0.2096		0.2096		0.95		0.700	
Ar		0.0093		0.0093		0.02		0.290	
						1		0.010	
						1		1	
PRESSION	bara	6.85		6.55		5.50		5.50	
ENERGIE	KW	33428						33428	

VARIANTE 2 avec vanne de détente (Figure 3) et procédé de séparation d'air de la Figure 4

		SOUFFLANTE		AIR envoyé à ASU		O2 à HF		Air enrichi à HF	
DEBIT	Nm3/h	417259	163959	0.7811	0.03	30748.32	85%	284048	
Composition	N2	0.7811		0.7811	0.03			0.700	
	O2	0.2096		0.2096	0.95			0.290	
	Ar	0.0093		0.0093	0.02			0.010	
PRESSION		1		1	1			1	
	bar a	6.23		5.93	5.50				
ENERGIE	KW	33151						33151	

		Art antérieur		VARIANTE 1		VARIANTE 2		REF CASE	
Coût TK	100	89		96	95			Soufflante d'air destiné à colonne de mélange	
KW	100	105		104	90				

REVENDICATIONS

1. Procédé d'enrichissement d'un flux gazeux pressurisé en l'un de ses constituants A comprenant les étapes de

5 i) diviser le flux (1) en au moins une première et une deuxième fractions (2, 3) ;

ii) envoyer au moins une partie de la première fraction (2) dans une unité de séparation (ASU) ;

10 iii) fournir à partir de l'unité de séparation au moins un premier et un deuxième débits dont le premier débit (10) a une teneur en constituant A supérieure à celle de la première fraction ;

iv) mélanger au moins une partie du premier débit avec au moins une partie de la deuxième fraction pour former un mélange gazeux pressurisé (15)

15 caractérisé en ce que l'on détend la deuxième fraction avant d'y mélanger au moins une partie du premier débit.

2. Procédé selon la revendication 1 dans lequel le flux gazeux pressurisé (1) et la première fraction (2) ont sensiblement la même pression, et en particulier, seules les pertes de charges sont la cause de variation de pression entre ces deux fluides.

20 3. Procédé selon l'une des revendications 1 et 2 dans lequel le premier débit et la deuxième fraction détendu ont sensiblement la même pression et en particulier seules les pertes de charges sont la cause de variation de pression entre ces deux fluides.

25 4. Procédé selon l'une des revendications précédentes dans lequel l'unité de séparation (ASU) est autonome en besoin d'énergie de compression des débits gazeux produits par l'unité ou destiné à l'unité.

5. Procédé selon l'une des revendications précédentes dans lequel le flux gazeux pressurisé (1) est de l'air et éventuellement le constituant A est de l'oxygène.

30 6. Procédé selon la revendication 5 dans lequel le flux gazeux pressurisé est de l'air destiné à un haut fourneau (HF).

7. Procédé selon l'une des revendications précédentes dans lequel l'unité de séparation est une unité de séparation fonctionnant par distillation cryogénique (ASU).

8. Procédé selon la revendication 7 dans lequel l'unité de séparation (ASU) comprend une colonne moyenne pression (2A), une colonne basse pression (4A) reliée thermiquement avec la colonne moyenne pression et une colonne de mélange (6A).

5 9. Procédé selon la revendication 8 dans lequel on ne comprime aucune partie de la première fraction destinée à une colonne de distillation ou on ne comprime aucune partie de la première fraction destinée à la colonne de mélange ou à la colonne moyenne pression suite à la division du flux de l'étape i).

10 10. Procédé selon l'une des revendications précédentes dans lequel i) selon une première marche on comprime au moins une partie de la première fraction et on ne détend pas la deuxième fraction avant d'y mélanger au moins une partie du premier débit et

15 ii) selon une deuxième marche, on ne comprime pas au moins une partie de la première fraction (on ne comprime pas la première fraction) et on détend la deuxième fraction avant d'y mélanger au moins une partie du premier débit.

11. Installation d'enrichissement d'un flux gazeux pressurisé en l'un de ses constituants A comprenant

20 i) des moyens pour diviser le flux gazeux pressurisé (i) en au moins une première et une deuxième fractions (2, 3)

ii) une unité de séparation (ASU)

iii) des moyens pour envoyer au moins une partie de la première fraction (2) à l'unité de séparation

25 iv) des moyens pour mélanger au moins une partie d'un premier débit (10) produit par l'unité de séparation et enrichi en A par rapport à la première fraction, avec la deuxième fraction pour former un débit enrichi en A (15) par rapport au flux gazeux pressurisé

30 caractérisée en ce qu'elle comprend un moyen (V) pour détendre la deuxième fraction en amont des moyens pour y mélanger au moins une partie du premier débit et en aval des moyens pour diviser le flux gazeux.

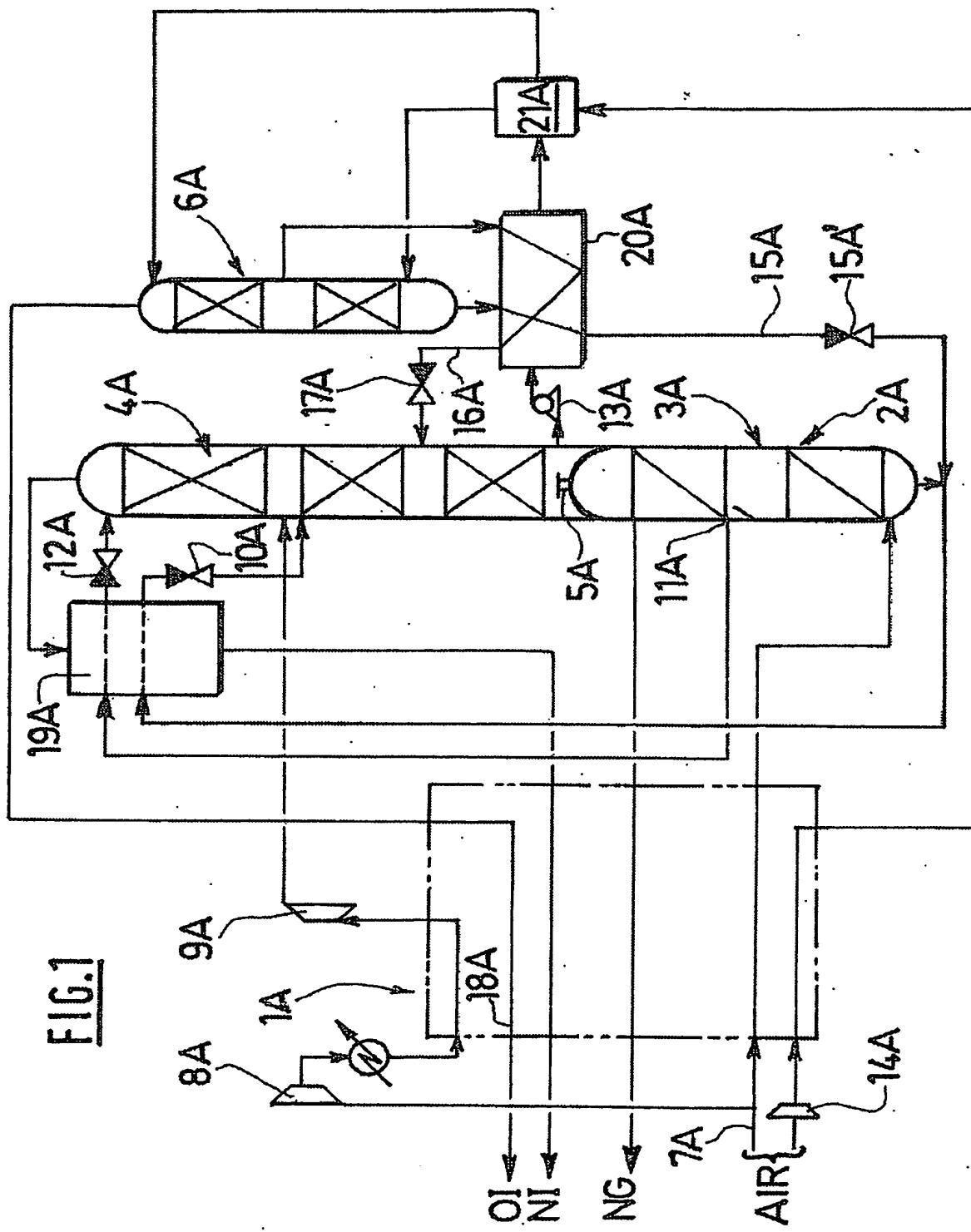
12. Installation selon la revendication 11 dont l'unité de séparation est une unité de séparation d'air (ASU) comprenant une colonne moyenne pression

(3A), une colonne basse pression (4A) thermiquement reliée avec la colonne moyenne pression et une colonne de mélange (6A).

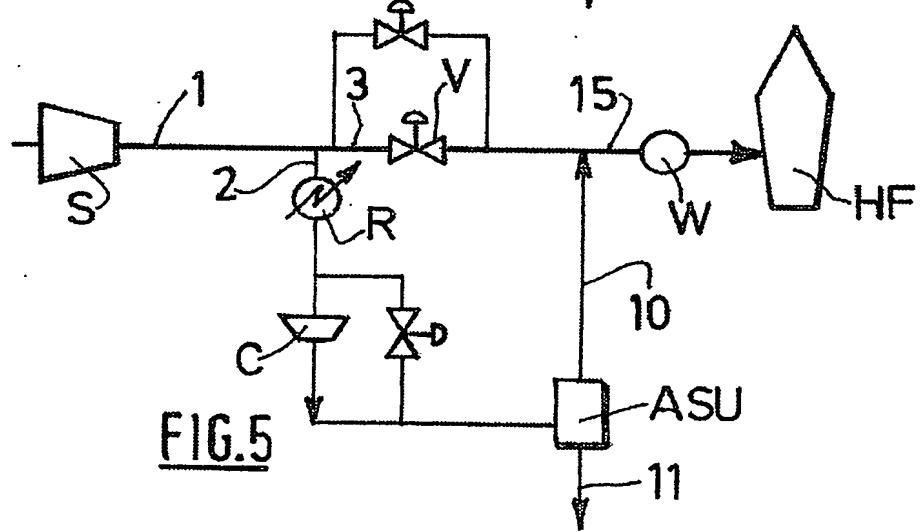
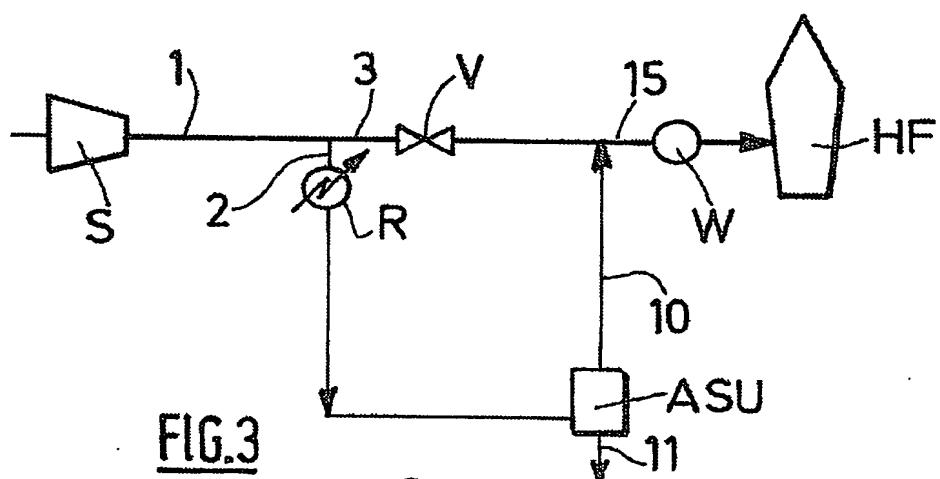
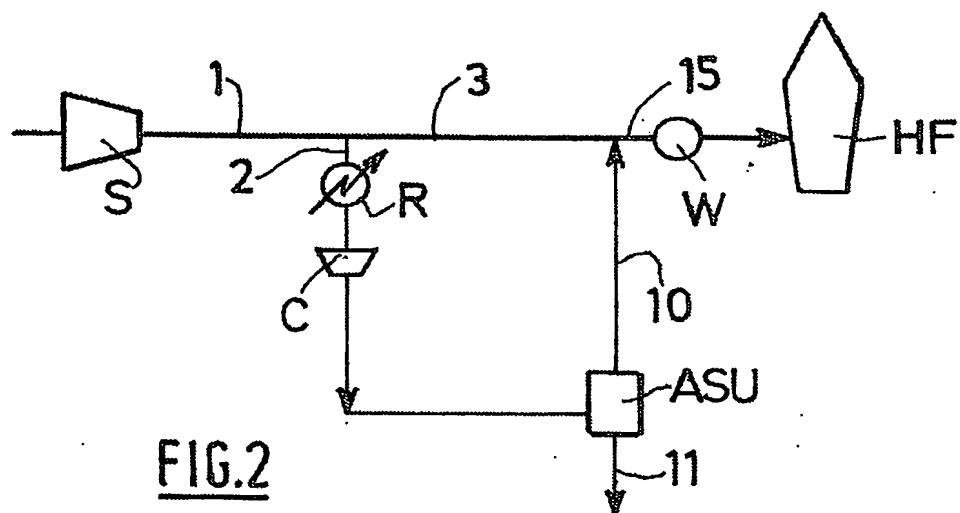
13. Installation selon la revendication 12 ne comprenant aucun moyen de compression d'air destiné à la colonne moyenne pression ou à la colonne de mélange en aval des moyens pour diviser le flux gazeux.

5 14. Installation selon l'une des revendications 11 ou 12 comprenant des moyens de compression de la deuxième fraction et des moyens pour envoyer la deuxième fraction pour être mélangé avec l'au moins une partie du premier débit sans passer par le moyen de détente.

1/3

FIG.1

2/3



3/3

